

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-143502

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)6月15日

G 02 B 5/124

8708-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全22頁)

⑭ 発明の名称 逆反射体

⑮ 特 願 昭62-293906

⑯ 出 願 昭62(1987)11月20日

優先権主張 ⑰ 1986年11月21日 ⑱ 米国(US) ⑲ 933470

⑳ 発 明 者 ロジャー ヘンリイ アメリカ合衆国ミネソタ州セント ポール, 3 エム セン
アツペンドーン ター(番地なし)

㉑ 発 明 者 ジョン カール ネル アメリカ合衆国ミネソタ州セント ポール, 3 エム セン
ソン ター(番地なし)

㉒ 出 願 人 ミネソタ マイニング アメリカ合衆国ミネソタ州セント ポール, 3 エム セン
アンド マニユファ クチュアリング カン
パニー ター(番地なし)

㉓ 代 理 人 弁理士 浅 村 皓 外2名
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

逆反射体

2. 特許請求の範囲

- (1) 一面にキューブコーナ逆反射要素アレイが配置され、前記要素の3つの横反射面は交差する3組のV字溝により形成されている逆反射体において、少くともその一組が同じ組のもう一つの溝側角とは異なる少くとも一つの溝側角を繰返パターンで含んでおり、従つてキューブコーナ逆反射要素アレイは各々が入射光を別々の形状の光パターンへ逆反射させる複数の別々の形状の複数のキューブコーナ逆反射要素からなる繰返サブアレイへ分割されることを特徴とする逆反射体。
- (2) 特許請求の範囲第1項において、少くとも2組のV字溝は同じ組のもう一つの溝側角とは異なる溝側角を繰返パターンで含んでいる逆反射体。
- (3) 特許請求の範囲第1項において、3組のV字溝の全てが同じ組のもう一つの溝側角とは異なる溝側角を繰返パターンで含む逆反射体。

(4) 特許請求の範囲第1項～第3項のいずれかにおいて、前記少くとも一組の溝は少くとも2つの異なる溝側角を繰返パターンで含んでおり、それはこれらの溝側角により面定されるキューブコーナ逆反射要素の全ての破角が直角となるのに必要な角とは異つている逆反射体。

(5) 特許請求の範囲第1項～第3項のいずれかにおいて、前記少くとも一組の繰返パターン溝側角の実質的に全部が、これらの溝側角により面定されるキューブコーナ逆反射要素の全ての破角を直角とするのに必要な角とは異つている逆反射体。

(6) 特許請求の範囲第1項～第5項のいずれかにおいて、要素アレイのキューブコーナ逆反射要素は要素対として配置されており、別々の形状の各要素が最初の要素から180度回転した同様な形状の要素と一致する逆反射体。

(7) 特許請求の範囲第1項～第6項のいずれかにおいて、少くとも一組のパターンはa-b-b-aパターンを含み、ここで、'a'及び'b'は各各異なる溝側角である逆反射体。

(8) 特許請求の範囲第1項～第7項のいずれかにおいて、次式により決定されるサブアレイ内の異なるキューブコーナ逆反射要素の可能数(N_u)

$$N_u = 2(mno / p)$$

ここに、 m 、 n 、 o は3組の溝の各々の繰返パターン内の溝数であり、 p は個々の数 m 、 n 、 o の各々に均一に分割できる一つの最大整数、は

$$p = 2(mno)$$

により算出される可能な組合せ数(c)よりも小さい逆反射体。

(9) 特許請求の範囲第1項～第7項のいずれかにおいて、少なくとも25%の設計効率係数を示す逆反射体。

(10) 特許請求の範囲第1項～第9項のいずれかにおいて、逆反射体の発散プロファイルのある領域へ他の領域よりも多く反射光が集中するようにキューブコーナ逆反射要素が選択されている逆反射体。

(11) 特許請求の範囲第1項～第10項のいずれかにおいて、第9図に示すようなプロファイルで θ' の入射角の光が逆反射される逆反射体。

(12) 特許請求の範囲第1項～第14項のいずれかにおいて、別々の形状の光パターンの和は前記アレイの全てのコーナキューブ逆反射要素が同じである逆反射体からの逆反射光パターンよりも大きい回転対称性を有する全体逆反射光パターンを発生する逆反射体。

(13) 特許請求の範囲第1項～第15項のいずれかにおいて、少なくとも一組の溝の少なくとも一つの溝側角及び同じ組の溝の少なくとももう一つの溝側角はこれらの溝側面により面定される要素の他の面と垂直交差を生じる角よりもそれぞれ大きい及び小さい逆反射体。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はキューブコーナ逆反射体、すなわち光源に向つて光を反射し戻す物体に関し、より詳細には交差する3組の平行V字溝によりキューブコーナ逆反射要素が形成されるような物体に関する。〔従来の技術〕

逆反射体からの反射光線は一般的に逆反射体か

ら逆反射体の範囲第1項～第11項のいずれかにおいて、交通管制標識形状の逆反射体であつて、サブアレイ内の異なるキューブコーナ逆反射要素が入射光を逆反射する異なる光パターンの和が、前記アレイの全てのキューブコーナ逆反射要素が同じである逆反射体からの逆反射発散プロファイルよりも標識の予期観察プロファイルに一層精密に一致する全体逆反射発散プロファイルを発生する逆反射体。

(14) 特許請求の範囲第1項～第12項のいずれかにおいて、一束の個々のピンからなる平坦な表面を溝切りして準備されたフーリングにより製作され、各ピンにより形成された平坦な表面部分は少なくとも個々のサブアレイと同じ面積であり、少なくともいくつかのピンは溝切動作完了後に回転され再組立てられている逆反射体。

(15) 特許請求の範囲第1項～第13項のいずれかにおいて、キューブコーナ逆反射要素の少なくともいくつかの光軸はその要素の一つの縁に向つて傾けられて逆反射体の入射角を増大する逆反射体。

ら遠ざかるにつれ逆反射体への光の進行径路を中心とするコーン状パターンに拡散する。このような拡散は逆反射体を実用化するのに必要である。例えば、到来する車輛のヘッドライトから発せられ逆反射標識により車輛に向つて反射される光は、ヘッドライト光線の軸から外れた位置にある運転者の目に届くには充分発散しなければならない。従来のキューブコーナ逆反射体では、逆反射光線のこのコーン状拡散はキューブコーナ逆反射要素内の不完全性(例えば、平面の非平坦さ、相互に直角な位置からの平面の意図せぬ傾き等)及び3つの反射面の蓄積により面定される開口を通つて出て行く逆反射光線により生じる回折により得られる。(スタンの米国特許第3,712,706号参照)

しかしながら、キューブコーナ逆反射体からの光の拡散は重要な欠点を有している。第1に、逆反射光線のコーンは反射光線をさらに軸から外れて見る必要のある多くの用途に対して狭過ぎることが多い。第2に、キューブコーナ逆反射要素の

3面性により、逆反射光線コーンが望ましくない非対称形状となる。この非対称形状により異なるプレゼンテーション角（用語解は明細書の末尾にある）で眺めた場合、キューブコーナ逆反射体には逆反射輝度の変動が生じる。これらの欠点はキューブコーナ逆反射シーティングで被覆された標識を通過する車輛内に並んで看座している2人の人間が標識の輝度に関して明らかに異なつて知覚するほど酷いものである。

米国特許第3,817,596号において、田中氏はキューブコーナ逆反射要素の面を垂直すなわち直角から傾直に傾けることにより、キューブコーナ逆反射体からの光線の発散すなわち拡散を強めている。1958年7月「アメリカ光学協会ジャーナル」第7号第48巻のピー・アール・ヨードの論文「三面ミラー及び四面体プリズムの光偏向誤差の研究」、理論及び実験の第198頁及び次の頁のエヌ・イー・ライティンの論文「コーナキューブ反射板の光学」（UDC 538.318:531.719.24;）及び1971年7月応用光

学第7号第10巻のエンチ・デイ・エクハルツの論文「コーナ反射板現象の簡単なモデル」に教示されているように、面の傾斜によりキューブコーナ逆反射要素により反射される光は6本の異なる光線に分割され、それらは基準軸から発散して広範な角度に光を拡散させる。

米国特許第3,817,596号に教示された光の拡散は逆反射により物体を見る観察角を増大させるが、キューブコーナ逆反射要素の3面性から生じる基本的非対称性を避ける努力はなされていない。さらに、通常小さな観察角に指向される光は拡大された空間領域に拡散されるため、通常経験する小さな観察角、すなわち基準軸近くの狭い角度では拡散により逆反射輝度が低減する。拡大された空間中の点から物体は一般的に見えないため、拡散光線の大部分は浪費され、この損失光線により物体の有用逆反射輝度が著しく低減される。（米国特許第3,817,596号の第6図参照）。

米国特許第3,833,285号において、ヒーナンは異なる方法、特に1組の1列に配置された特

殊キューブコーナ逆反射要素を逆反射体に組み込むことによりキューブコーナ逆反射体からの光の発散すなわち拡散を変えている。これらの特殊キューブコーナ逆反射要素の各々において、2つの面が要素列の長さに沿つて一致する線で交差し、2面の交差線の鋭角は従来の90°を超えて、例えば90°30'まで拡大されている。その結果前記出版物に記載されているように、これらの要素により逆反射される光は2本のビームに分割され、それらは列の長さに沿つて発散する。列内の異なる要素では、鋭角が異なる量だけ拡大されて光を細長いパターンに拡散するものと考えられる。

米国特許第3,833,285号に教示されている逆反射体の重要な欠点は、交通管制標識等の多くの逆反射体において、逆反射体の個々の逆反射要素とは著しく異なるパターンの光を分布する孤立した一列の逆反射要素を設けると混乱が生じることである。例えば、均一に照光された逆反射標識を見る望りに、観察者は標識上の情報の理解を混乱させる輝度変化を見ることがある。さらに、米国

特許第3,833,285号に記載された製品は後に束ねて1列の要素を形成する個々のピンを精密に製作する必要があり、このように別々のピンを精密に形成して分類し所望の公差内で逆反射を得るのは困難である。

要約すれば、キューブコーナ逆反射体からの逆反射光の発散プロファイルを改善する従来の努力にはその効用を制限する基本的欠陥が残された。

〔発明の目的と要約〕

本発明は物体から逆反射された光を所望のパターンや発散プロファイルに分布するように個々に調整可能な新型のキューブコーナ逆反射体を提供する。要約すれば、新しい逆反射体はその一面にキューブコーナ逆反射要素アレイが設置され、要素の3つの横反射面が交差する3組の平行V字帯により形成され、少くともその1組が同じ組の他の帯間角とは異なる帯間角を繰返パターンで占めている。帯間角が繰返し変動するため、キューブコーナ逆反射要素アレイは各々が複数の別々の形状の複数のキューブコーナ逆反射要素からなる繰

返サブアレイに分割される。別々の形状の少なくとも一つは非垂直キューブコーナ逆反射要素のものであり、それは要素内の全ての鋭角が垂直となるのに必要な角とは異なる角度で要素の少なくとも一面が傾斜していることを意味し、鋭角が全て垂直でなくとも、形状及び傾斜が理想キューブコーナ逆反射要素に近似しているため、このような要素でもここではキューブコーナ逆反射要素とみなされる。

別々の形状のキューブコーナ逆反射要素は入射光線を別々の形状の光パターンに逆反射する。本発明の逆反射体により逆反射される光の全体パターン、すなわち逆反射体の発散プロフィールはサブアレイ内の別々の形状のキューブコーナ逆反射要素が入射光線を逆反射させる異なる光パターンの和からなっており、別々の形状の個々の光パターンを満足して全体パターンに所望の形状すなわち輪郭を与えることができる。

本発明の逆反射体により生じる光パターンの形状は驚くべき柔軟性を有している。個々のキュー

ブコーナ逆反射要素が互いに多くの共通点を有するために驚くべき柔軟性が得られる。例えば、密に貼つて互いに隣接する要素は共通面角を有し、それらはこれらの面が全て同じ傾斜角で形成されているためである。さらに、(交差する平行線セットがある三角形を面定するため)、全要素の前面が同じ三角形を有し、サブアレイ内の全要素が互いに同じ方位に固定されている。このような明らかな制約にもかかわらず、逆反射体は高い柔軟性を有し、ここで詳説するように、広範囲な新しい効果を実現するように製作することができ、それには次のものが含まれる。

1) 本発明の交通管制標識により逆反射される光はその大部分が逆反射を必要としない大きな領域全体に分布されるのではなく、それを見る必要がある人間だけ、例えば車輦が標識に接近する場合の車輦の運転者が見るように構成することができる、すなわち本発明の標識からの発散プロフィールは非対称とすることができるが、それは光をより有用なパターンに分布できる望ましい非対称

性である。

2) 広範囲な観察位置範囲にわたって輝度の均一性が改善された逆反射標識を提供することができる。例えばキューブコーナ要素の3面性から生じる逆反射光コーンの合理的非対称性を低減することができ、さらに標識の予想観察プロフィールにさらに近似し、例えば運転者の車輦が道路に貼つて動く時に運転者の目の後部をより完全に包囲する発散プロフィールを合成光コーンに与えることができる。

3) 逆反射標識は特定の車輦対標識距離においてのみ機能して特別な非常警告を与える。

4) 例えば、広告サイン、交通デリニエータ等の大きなディスプレイで効率的な逆反射体を提供することができる。

5) 観察者の前面空間にグラフィックイメージを生じる逆反射体を提供することができる。

6) 逆反射体の製作中に生じる寸法誤差や使用中に生じる寸法曲変に対して驚くべき公差を有する逆反射体を提供することができる。

これらの利点は全てキューブコーナ逆反射製品の効用を著しく高め、逆反射体の技術において従来不可能であつたことを可能にする。

[実施例]

本発明の代表的な逆反射板材10の断面を第1図に示し断面を第2図に示す。第1図に示すように、板材10の断面はキューブコーナ逆反射要素の精密すなわち完全パンクアレイを形成する交差する3組の平行V字溝11、12、13により面定されている。溝の側面の角度、すなわち溝側角は溝の交差部、例えば第1図の代表的キューブコーナ逆反射要素17に対する溝14、15、16に形成される鋭角が少なくともおよそ90°となるように選択されている。しかしながら、交差する少なくとも1組の平行溝は一万もしくは両方の溝側角が同じ組の少なくとももう一つの溝側角とは異なる溝を繰返パターンで含んでいる。"繰返パターン"とは特定の別々の溝側角がキューブコーナ逆反射要素アレイ上で周期的に生じる、すなわちアレイ内の前に生じる位置から同じ溝数だけ離され

ていることを意味する。

第2図は同じ組の他の溝側角とは異なる溝側角を有することを誇張して示す一組の代表的切の一部を示す。特に、第2図は第1図の板材からの一組の溝13、すなわち13₁、13₂、13₃、13₄を示す。この一組の溝において、溝側面と溝の底縁19により面定される面に直角な面18間を延在する4つの異なる溝側角 $\cdot a^\circ$ 、 $\cdot b^\circ$ 、 $\cdot c^\circ$ 、 $\cdot d^\circ$ がある。溝側角は $a-b-c-d-a-b-c-d$ の繰返パターンで配置されている。この代表的溝組における溝側角 $\cdot a^\circ$ は溝側面と他の2組の溝の適切な角度の溝側面との交差線に垂直な稜角を形成させる角である。(このような溝側角はここでしばしば \cdot 垂直生成 \cdot と呼ばれる)。溝側角 $\cdot b^\circ$ 、 $\cdot c^\circ$ 、 $\cdot d^\circ$ は垂直稜角を生成しない。垂直生成する溝側面の位置を第4図に破線で示し、角 $\cdot b^\circ$ は垂直性を得るのに必要なものよりも小さく、角 $\cdot c^\circ$ 及び $\cdot d^\circ$ は垂直性を得るのに必要なものよりも大きいことが判る。

レイ内には別々の形状の16個のキューブコーナ逆反射要素がある。これら16個の要素の各々が第3図の逆反射体の各サブアレイ内で2回、すなわち対として、生じ、各対の要素は互いに180°回転している。便宜上、一对の異なる要素は左側要素及び右側要素と呼ぶことができる。このようにして、図示するサブアレイには合計32個のキューブコーナ逆反射要素がある。溝側角は互いに独立に調整すなわち選択できるため、要素対は必要ないが、替りに、所望すれば要素は互いに全て異ならせることができる。第3図のアレイの要素対はアレイに使用する特定繰返溝パターン、例えば、 $a-b$ パターンを隣接溝の $b-a$ パターンに対して回転させて生じる。どのような繰返パターンを使用しても、周期的パターンである限り、サブアレイは全て互いに同じである。

サブアレイ内の全ての溝側角が互いに異なることは重要なことではない。例えば、 c 及び e は互いに同じとすることができ、あるいは他の溝側角を同じとすることができる。しかしながら、これ

第3図及び第4図は本発明の逆反射体の代表的溝パターンの略平面図である。これらの図において、各図は1本のV字溝を裂かし、各溝の両側の文字は溝のその側の溝側角を表わす。これらの例で示すように、3組の溝の各々が異なる繰返パターンの溝側角を有することができる。第3図において、1組は $a-b-b-a$ パターンを有し、第2組は $a-b-a-b-b-a-b-a-b-a$ パターンを有し、第3組は $c-d-e-f-d-c-e-f-e$ パターンを有している。第4図において、異なる溝パターンはそれぞれ $a-b-b-a$ パターン、 $a-b-a-b-b-b-a-b-a$ パターン及び $e-d-d-c$ パターンである。

溝の繰返パターンは逆反射体の面積の大きい一面上に分布されたキューブコーナ逆反射要素、すなわちサブアレイの周期的繰返件を形成する。第3図に示す溝パターンにより、可能性として16個の別々のキューブコーナ逆反射要素からなるサブアレイが形成される、すなわち a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f が全て互いに異なるものとする、サブア

ら3組の溝の少くとも1組、制御性を良くするには少くとも2組もしくは3組全部が同じ組内の少くとももう一つの溝側角とは異なる少くとも一つの溝側角を含んでいる。その結果、サブアレイ内の複数個(すなわち、少くとも2つ)のキューブコーナ逆反射要素が別々の形状とされる、すなわち互いに異なる形状を有する。この形状の違いは、前記180°回転もしくは米国特許第4,586,258号のキューブコーナ要素の同様な180°回転のような、要素のその廻まわりの準なる回転以上のものである。替りに、形状差は、例えば、要素の特定面が一つの形状では垂直生成ではなく他の形状の対応する面が垂直生成であるために生じる。もしくは、一つの形状における特定面の垂直生成からの逸脱が他の形状における垂直生成からの対応する面の逸脱とは量が異なるために生じる。1組内に複数の異なる溝側角があり、且つ/もしくは2組もしくは3組全部が同じ組の他の溝側角とは異なる少くとも一つの溝側角を含むために複数の別々の形状が生じる。好ましくは繰返パターン

のいくつかもしくは実質的に全ての傾斜角が垂直生成ではなく、サブアレイ内のいくつかもしくは実質的に全ての面々のキューブコーナ逆反射要素がサブアレイ内の他のキューブコーナ逆反射要素とは別の形状である。

異なる形状は傾斜角の変動の結果であり、サブアレイ内の別々の形状すなわち独特なキューブコーナ逆反射要素の可能数(N_u)は次式により決定され、

$$N_u = 2(mno) / P$$

ここに、 m 、 n 及び o は異なる3面の溝内の基本繰返パターンの溝数を表わし(第3図参照)、 P は面々の数 $\cdot m \cdot$ 、 $\cdot n \cdot$ 及び $\cdot o \cdot$ の各々に分割可能な($\cdot 1 \cdot$ を含む)1個の最大整数係数である(繰返パターンは完全な形で構成されていることをお判り願いたい。)「可能」という言葉は繰返パターン内のいくつかの傾斜角が向いてあれば、式により与えられる面々の別々の形状の要素を実現する必要がないために適用される。

好ましくは、別々の形状のキューブコーナ逆反

射要素の可能数は偶数 m 、 n 及び o を組合せる総組合数(m 、 n 及び o を乗算し、次に各溝に2面があるためその積に2を乗じて算出する)よりも小さい。これを、次の2つの場合について説明する。第1の場合は、 $m=5$ 、 $n=6$ 且つ $o=7$ で計算された組合数、すなわち異なる傾斜角を組合せることができる異なるキューブコーナ逆反射要素数は420である。さらに、繰返パターンのこれらの溝数により、各組合せが実現される。すなわち、可能数について前式で確認されるように、サブアレイには可能な420の異なるキューブコーナ逆反射要素がある。

第2の場合は、 $m=6$ 、 $n=6$ 且つ $o=6$ で、異なる溝数を組合せることができるキューブコーナ逆反射要素数の計算値は432である。しかしながら、前式により確認されるキューブ^{コーナ}逆反射要素の可能数は72である。

第2の場合に、432の異なる可能組合数の中にサブアレイには僅か72の異なるキューブコーナ逆反射要素しかないという事実は逆反射体の

設計者に柔軟性を与えるために有利である。すなわち、設計者は432の異なる可能なキューブコーナ逆反射要素の中から所望の発散プロフィールを達成するのに使用したい78要素の1組を選択することができる。これに取って、第1の場合には、設計者は420要素のサブアレイ内の420個の異なる可能なキューブコーナ逆反射要素の全てを使用する必要があり、従つて設計できる発散プロフィールに制約が課される。

一群の異なる組合せの中から選択する設計者の自由は(サブアレイ内の3本の軸の各々に沿った溝の和に2を乗じたものに等しい)サブアレイ内の面角総数をサブアレイ内の独特なキューブコーナ逆反射要素の総数で除し100を乗じて計算される設計効率係数により示すことができる。前式の名称を使用した等式において、関係は次のようになる。

$$\text{設計効率係数} = (2)(m+n+o)(100) / N_u$$

前記第1の場合について、

$$\text{設計効率係数} = (2)(18)(100) / 420 = 8.6\%$$

第2の場合について、

$$\text{設計効率係数} = (2)(18)(100) / 72 = 50\%$$

いくつかの異なるケースを次の第1表に記載し、どれだけ大きい望ましい設計効率係数が得られるかを示す。繰返の結果は少なくとも25%、好ましくは50もしくは100%の設計効率係数に対して達成される。

溝数 m n o	面角数	可能総 組合せ	独特なキューブコー ナ逆反射要素数 N_u	設計効率係数 (%)
1 2 3	12	12	12	100
2 2 2	12	16	8	150
2 3 4	18	48	48	75
3 3 3	18	54	18	100
2 2 5	18	40	40	45
3 4 5	24	120	120	20
4 4 4	24	128	32	75
3 3 6	24	108	36	66.7
4 5 6	30	240	240	12.5
5 5 5	30	250	50	60
5 6 7	36	420	420	8.6
6 6 6	36	432	72	50
10 10 10	60	2000	200	30
9 10 11	60	1980	1980	3

本発明のある逆反射体において、キューブコーナ要素アレイはフルパックされていない、すなわち要素間に空間がある。例えば、平坦な表面の空間を含んで逆反射体中に光を透過させ、自動車の大ランプからの光に直接逆反射体中を透過させることができる。あるいは、キューブコーナ要素に占有される一部アレイ、すなわち本発明の交差により囲まれる領域が他の構造により占有されるアレイを準備することができる。前式は交差する本の解間の全位置にキューブコーナが存在する逆反射体に適用され、表面の一部のみにキューブコーナ要素が設けられている場合に修正することができる。

好ましくは、本発明のキューブコーナ逆反射要素の各サブアレイは、観察者が逆反射体を見る代表的観察位置に目がある場合に、人間の目で解像するには小さすぎるサイズである。一般的に、解像不能となるには表面の別々の部分が観察者の視野の円弧のおよそ1ミリラジアンより大きくてはならない。本発明の逆反射体の観察距離は代表的

に知られている、例えば交通管制標識を観察する最小距離とすることができ、本発明の逆反射体のサブアレイの解像サイズを容易に決定することができる。大抵の国上交通標識は少くとも30m(100フィート)の距離から読めることができ、大抵の路辺交通標識は少くとも15m(50フィート)の距離から読めることができ、大抵の車輻ナンバープレートは少くとも6m(20フィート)から読めることができ、それはそれぞれ3.2mm(1.25インチ)、1.6mm(0.625インチ)及び0.6mm(0.25インチ)より大きくない断型寸法を有するサブアレイはこのような標識やプレートでは解像不能であることを意味する。本発明の逆反射体は一般的に数百個/mm²(数千個/平方インチ)のキューブコーナ逆反射要素を含み、且つサブアレイは一般的に数十個の要素しか含まないため、サブアレイは非常に小さくすることができ解像不能である。サブアレイはおよそ0.5もしくは1mmより大きい断型寸法を有することはあまりない。

個々のサブアレイの解像度はサブアレイ間の視覚コントラストが非常に低いという事実によりさらに抑制され、サブアレイは同じ逆反射体内で変化する形状をとることができる。この事実を第5図に示し、それは第1組の溝でa-b-c-a-b-cの繰返パターン、第2組の溝でd-e-f-d-e-fのパターン、第3組の溝でg-h-i-g-h-i-gのパターンを使用する本発明の逆反射体の溝パターンを示している。アレイの異なるキューブコーナ要素、すなわち三角形、は各々が番号で識別されており、同じ組合せの溝により画定されるキューブコーナ要素には同じ番号が使用されている。このようにして、番号1は溝(a)、(i)及び(e)により画定されるキューブコーナ要素に使用される。サブアレイの正規の構成は第5図にAとマークされた平行四辺形であるが、サブアレイの完全な1組のキューブコーナ要素に対する他のアウトラインがあることもお知り願いたい、すなわち多角形B、C、D、Eはまた多角形A内に囲まれるのと同じ要素を囲む。このようにして、サブアレイは同じ

逆反射体内にさまざまな異なる形状を有するため、観察者の目は特定サブアレイを孤立させながらない。

前記したように、同じ組内の他の溝傾角とは異なる少くとも一つの溝傾角が少くとも一つの組にあるが、各繰返パターン内の個々の溝傾角は垂直もしくは非垂直を生成するようなものとすることができ、垂直生成ではない組内に少くとも一つの溝傾角がなければならぬことを意味する。垂直生成である角からの過剰もしくは不足量は一般的に数分である、すなわち、大きく逸脱してもよいが、およそ15〜30分もしくはそれ以下である。垂直キューブコーナ逆反射要素を得るのに必要な面角は交差する溝組、すなわちキューブコーナ逆反射要素の基面により画定される三角の形状により確立される。好ましくは、選択された溝傾角は本発明の逆反射体がおおよそ $\pm 1/2$ 分、好ましくは、 $\pm 1/4$ 分以内に成型されるツーリング内に得られる。成型中に2もしくは3分以上、さらには1もしくは2分以上の変化がないことが好ましいが、

さらに逸脱することもある。

本発明は広範なサイズのキューブコーナ逆反射要素により実施することができる。回折効果を最小限としたい場合には、大きなサイズが有利である。薄い可撓性シーティングを得るには小さなサイズが望ましい。後者の場合、キューブコーナ逆反射要素は一般的に $\phi \approx 1 \text{ mm}$ 、好ましくは $\phi \approx 1\frac{1}{2} \text{ mm}$ 以上離れていない帯により面定され、この場合平方 ϕ 当たり数百のキューブコーナ逆反射要素がある。本発明の逆反射体からの逆反射光線の発散もしくは観察プロフィール形状を精密とするために、好ましくはキューブコーナ要素はその要素からの逆反射光線が面角の欠陥を避けたい充分なサイズのキューブコーナ要素を使用して達成できる狭い発散プロフィールを有するように選定される。

前記したように、本発明の利点はV溝を切る時に、溝の両側に沿って生じる全ての面が精密に同じ角を有することである。また、この同じ面角は切削工具を割り出して同じ溝を繰り返すたびに極

めて精密に得ることができる。同じキューブコーナ逆反射要素の形状のこの精密性により各キューブコーナ逆反射要素からの逆反射光線パターンを精密に重畳させることができ、従つて、同じ光学設計のキューブコーナ要素間の発散すなわち矛盾が最小限とされる。このような相互作用精密度は光が基面する角度にのみ指向されるよう光を制御して使用するのに寄与する。

好ましくは、本発明の逆反射体の構成面を形成する溝は多数のサブアレイ上を連続的に延在し、多くの個々のサブアレイは繰返し溝パターンにより生成される。このような連続溝は各々が大きいキューブコーナ逆反射要素を使用するよう個々のキューブコーナ逆反射要素の形状を有する個々のピンの形成と対比され(ヒナンの米国特許第3,833,285号参照)、且つ異なる方位のキューブコーナ逆反射要素間からなるアレイがピン束により形成された平坦な面を溝切りし、次に束をゆるめ、ピンを回転させ、束を再度組み立てることにより提供されるパンファナムの米国特許

第4,242,618号に教示された手順とも対比される。連続溝はより便利で廉価で切削でき、箇間境界における破裂や反射率の損失が避けられるために好ましい。本発明に使用される連続溝の繰返しパターンは別々のピンを製作することなくサブアレイを生成することができる。しかしながら、本発明は個々のピンの束から形成された平坦な面を溝切りし、次にピンを回転させてピンに刻まれたキューブコーナ逆反射要素の方位を変えることにより準備されるツーリングを使用して製作される逆反射体により実施することもできる。一般的にピンにより提供される平坦な表面部は少なくともサブアレイの面積と同じ大きさである。

第3図及び第4図の代表的パターンから判るように、溝角角を変える一つの簡便な方法は究極的に本発明の逆反射体を製作するマスターを切削するのに使用されるダイヤモンドポイント工具等のV字型工具を180°回転させることである。事実、第3図及び第4図に示す溝組内の多くの溝は互いに単に180°回転させた断面形状を有している。

また、溝内の垂直からの変動は溝の形成に使用するダイヤモンドポイント工具等のV字型工具を傾斜もしくはオフセットして得ることができる。同じ工具を1組以上の溝を切るのにも使用することができる。

前記したように、別々の形状の各キューブコーナ逆反射要素は別々の形状のパターンやフィールド、すなわち異なる形状のキューブコーナ逆反射要素により生成されるパターンやフィールドとは異なる形状のパターンやフィールドに入射する光を再指向させる。特定形状の要素が生成するフィールドは経験的に決定するか、もしくは幾何光学(すなわち、レイトレーシング)と回折光学の組合せを使用してコンピュータ投影により決定することができる。幾何光学、すなわちレイトレーシング、は一般的に非垂直キューブコーナ逆反射要素を去る逆反射光線の経路を予想するのに使用され、従つて光線がさえられる平坦な表面上のスポット位置を予想するのに使用されてきた。しかしながら、このようなレイトレーシングは面が数

分だけ非垂直である非垂直キューブコーナ逆反射要素から光分布フィールドの大きさと輪郭を完全に特徴づけるのに充分ではない。これは、キューブコーナ逆反射要素の一つもしくはいくつかの面をその垂直生成角から傾けると、要素はその出口開口内の6個の副開口が實際上1個の光学開口として機能するものから6個の副開口が独立に機能して互いに特定位相関係を有するものへ変化する故に真実である。副開口間の位相関係は発散プロフィールに強い影響を及ぼす。効果は出口開口内の振幅と位相の両関係を考慮するフーリエ分析等の方法により計算することができる。ナショナルエアロナティクスアンドスペースアドミニストレーション、ゴダードスペースフライトセンタ、コントラクトNAB 5-11999、タスクアサインメント842のために準備された1977年2月、ジェー・ジー、カークのCBC/TM-77/6054、フーフールド回折パターンを計算するためのキューブコーナ逆反射モーディングプログラム(図体中空)の説明を参照されたい。

特許第4,588,258号に教示されているように、シート材のキューブコーナ逆反射要素の基面(要素の出口開口に対応する)は二等辺三角形形であり、このような三角形に含まれる角は70°、55°及び55°である。

本発明はまたキューブコーナ逆反射要素が米国特許第4,588,258号のようには傾いていない逆反射体にも有用であるが、その替りに光軸をシート材の前面に直角とし続ける。このようなキューブコーナ逆反射要素に関して、基面は正三角である。

第1図及び第2図に示す本発明の逆反射体はシート材であり、好ましくは貯蔵ロールとして巻回可能な可撓性シート材であるが、本発明は他の逆反射体にも有用である。後者は堅板、もしくは車輛後部に設置される反射板に使用される反射板本体、もしくは道路面に設置して走行車線を描きマーカの側面にモールドされたキューブコーナ逆反射要素を有して道路上を走行する車輛のヘッドライトからの光を反射する盛り上った誘導マークを

第1図及び第2図に示すシート材は米国特許第4,588,258号(参照としてここに組み入れられている)に教示されている種類のものであり、そこではキューブコーナ逆反射要素の光軸はシート材の前面との垂直から傾けられている。この傾きは個々の副開口の垂直生成角からの本発明の値から傾きとは異っており、米国特許第4,588,258号の教示するところにより全キューブコーナ要素が傾けられ、傾いている間に要素面は互いに相対位置を維持しており、要素内の稜角は米国特許第4,588,258号の傾きの後に90°を維持することができる。本発明において、1組もしくは数組の溝の少くとも一つもしくはいくつかの側面がキューブコーナ要素内で全ての90°稜角を生成する位置から傾けられて非垂直キューブコーナ逆反射要素を作り出す。第1図に示すように、米国特許第4,588,258号に教示されている種類のシート材において、キューブコーナ逆反射要素は対として配置され、対の各要素は互いに180°回転している。また、第1図に示すように、米国

含むことができる。

本発明の逆反射体は最初に板を刻みつける(スタンの米国特許第3,712,706号、第17列、第25行から第21列、第44行を参照)ことにより生じるツーリングを使用して第3図及び第4図に示す溝パターンを形成して一般的に製造される。次に溝が切られた板を、例えば電鍍工程において、マスターとして使用してモールドを形成しそれから本発明の逆反射体を製造、押形りもしくは他にモールドする。サーモプラスチックアクリレートベースポリマー、特にその衝撃強度を行つたもの、ポリカーボネート、ビニルポリマー、セルロースアセテートプレレート、及びマルタンの米国特許第4,576,850号やパーパーの米国特許第4,582,885号に教示されているポリウレタンや反応ポリマー系等の一般的に有機ポリマー材であるさまざまな透明材を使用して逆反射体を形成することができる。

次例により、本発明をさらに説明する。

例1

本例は本発明の逆反射体に対して所望の発散プロフィールを決定することができる手順を示し、第6図～第9図を使用して検討する。第6A図は道路上をドライブする車輛20の垂直面内の相対位置を略示し、交通標識21が道路上方の一つの可能な代表的位置、及び車輛の運転者の目22の上方に設置されている。車輛のヘッドライトから照射軸23上を通り光の入射角の垂直成分 $\nu\phi$ （すなわち、垂直面への入射角の投影）及び運転者の観察角の垂直成分 $\nu\alpha$ を示し、且つ車輛のヘッドライトと標識間距離D、ヘッドライトと運転者の目との間の距離d、ヘッドライトと標識中心との間の距離h及びヘッドライトと運転者の目との間の距離hを示す。観察角の垂直成分 $\nu\alpha$ は次式により与えられる。

$$\nu\alpha = \arctan[(D+d)/(H-h)] - (\arctan D/H)$$

第6B図は車輛、運転者及び標識の水平面内の相対位置を示し、且つ車輛の右側ヘッドライトの観察角の水平成分($\nu\alpha_R$)と左側ヘッドライトの水平成分($H\alpha_L$)を示す。運転者と左右ヘッドラ

イト間の距離はそれぞれ x_R 及び x_L で表わされる。観察角の水平成分は次式により与えられ、それは標識の基準軸からの運転者の位置を無視して簡略化されている。

$$H\alpha_R = \arctan(x_R/D)$$

$$H\alpha_L = \arctan(x_L/D)$$

上式を使用し、Hに5.913m(19.4フィート)、dに2.591m(8.5フィート)、hに0.762m(2.5フィート)、 x_R に0.838m(2.75フィート)、 x_L に0.229m(0.75フィート)の値を仮定すると、さまざまな距離Dに対する $\nu\alpha$ 及び $H\alpha_R$ 及び $H\alpha_L$ の値が次のように示される。

第Ⅱ表

$H=19.4'(21.5-2.1)(5.913m)$ $x_R=2.75'(0.838m)$
 $b=2.5'(0.762m)$ $x_L=.75'(0.229m)$
 $d=8.5'(2.591m)$

D (フィート)(m)	$\nu\alpha$ Degrees(度)	α_R Degrees(度)	α_L Degrees(度)
2,000(609.6)	.074	.079	.021
1,500(457.2)	.099	.105	.029
1,000(304.8)	.151	.158	.043
500(152.4)	.318	.315	.086
250(76.2)	.697	.630	.172
125(38.1)	1.607	1.260	.344

第7図は第Ⅱ表の値のグラフであり、右側ヘッドライトの観察角の水平成分は横座標上原点の左側へプロットされ、左側ヘッドライトの観察角の水平成分は横座標上原点の右側へプロットされ、観察角の垂直成分は縦座標上にプロットされている。左上象限の実線グラフは異なる距離Dにおける右側ヘッドライトからの逆反射光線に対する運

転者の異なる観察角を示し、従つて標識により逆反射される右側ヘッドライトに対する所望の発散プロフィールを要する。右上象限内の点線グラフは標識により逆反射される左側ヘッドライトに対する所望の発散プロフィールを表す。両曲線上で、点q、r、s、t、uはそれぞれ距離609.6m(2,000フィート)、457.2m(1,500フィート)、304.8m(1,000フィート)、152.4m(500フィート)、76.2m(250フィート)を表わしている。

このようにして、第7図は第6図に示す状況に対して標識21から逆反射される光に対して理想的な発散すなわち観察プロフィールを描く。現実には理想的状況は生じないため、(例えば、車輛は走行車線の幾分異なる位置にあり、運転者は異なる高さにある、等)、第7図に破線形で画定されているような広いプロフィールが実際上より望ましい。また、破線プロフィールは実線及び点線グラフ間にある領域を含み、それはモーダサイクル等のある種の車輛はヘッドライトが1個しかなく、ペ

スやトラック等の車輛では運転者は前記想定した高さよりもヘッドライト上高いためである。

第7図に破線で示すプロファイルはサブアレイが8キューブコーナアレイである、すなわちアレイ内に8個の別々の形状のキューブコーナがある本発明の逆反射体により得ることができる。この種の逆反射アレイを第8図及び次の第Ⅱ表に略示し、この表には個々のキューブコーナ要素の面角が垂直生成から光脱する量が級せられている(この場合、3組の平行線が互いに60°で交差し、従つて個々のキューブコーナ逆反射要素の基面が正三角形であり、全ての傾斜角が35.264°である場合に垂直が生成される)。同じ傾斜角すなわち面角にある面は同じ文字で示す。

第Ⅱ表

a=-0.058°	g=-0.145°
b=-0.145°	h=-0.058°
c=-0.058°	i=+0.145°
d=-0.291°	j=-0.058°
e=-0.291°	k=+0.145°
f=-0.058°	l=+0.058°

例えば、第7図のq点周りのプロファイル内の領域は運転者が大きい距離(609.6m(2.000フィート))にいる時に見える光を散らし、且つその距離だけ離れたヘッドライトから領域に衝突する光の強さは近距離から到達する光の強さよりも小さいため、本例の逆反射体は逆反射光線の大部分をプロファイルのその部分へ指向する。キューブコーナ要素のいくつかの面が光線を指向するこれらの円に対する適い斑点を使用して、これを第9図に示す。この円内に略示されるスポットは面からのビームを散らすために使用され、円のサイズは各ビーム内の光のベル型分布内の光の大きさを表すように選択されている。

第Ⅲ例

本例はキューブコーナ逆反射体から逆反射される光のパターンを本発明により回転対称とすることが出来る改良を示す。比較の目的でフォーマンの米国特許第4,588,258号に記載されているような、すなわち前記特許に教示されているようにキューブコーナ逆反射要素の光軸が傾いて入射

前記した角度を有する本発明のシート材の基準軸に沿つて光線を出ると、逆反射光線は一般的に第7図の破線で描かれたようなプロファイルを有する、すなわち、逆反射光線が基準軸に直角な面によりさえぎられると、破線でアウトラインを示すパターンでその面を照光する。これを第9図に示し、それは第8図に示すアレイのキューブコーナ要素の異なる面から分布されるスポットすなわち光ビームのパターンを示す。キューブコーナ要素面を垂直生成角から離れるように移動させて第7図の破線プロファイルを有する光ビームを形成すると、所望ビームから180°回転した等しいビームも生成され、それは逆反射体からの完全な逆反射は第9図に示す形状すなわち発散プロファイルを有することを意味し、それを「ドッグボーン」形と呼ぶ。ドッグボーンの底半部は無視することができ、それは運転者が一般的にパターンのその部分を見る位置にはないためである。

逆反射体はプロファイル内で均一に光を分布する必要はなく、しない方が望ましいことも多い。例

角を大きくするポリカーボネートシーティングが隣付マスターから電鍍工機により作られたニッケルモールドからモールドされている。シーティング内の全てのキューブコーナ要素が垂直で同じ形状である。特に、傾角は88.887°、60.640°及び60.640°を目標とされている(傾斜角は傾斜角の半分に等しい)。シーティングの基面は70°、55°及び55°の角度を含み、前記角度はこのような基本三角形で垂直を生じる角度である。88.887°傾斜の間隔は0.354mm(0.013948インチ)であり、60.640°傾斜の間隔は0.406mm(0.016インチ)である。

第3図に示すような波パターンと比較用シーティングの垂直生成角から傾斜角が変化していることを除けば、本発明の逆反射シーティングは比較用シーティングと全く同様に製作される。角度α-βは垂直生成角から次の量(分)だけ異なるように目標づけられている。

$$\alpha = +2.3$$

$$\beta = -5$$

$$c = +2.3$$

$$d = +2.3$$

$$e = +2.3$$

$$f = -5$$

第Ⅳ表は本例の逆反射シーティング及び異なるプレゼンテーション角及び異なる観察角の比較用シーティング上で測定した最大及び最小逆反射強度を載せている。また、最大及び最小強度間の差及び最大強度に関する差のパーセンテージも載せられている。

第Ⅳ表 比較用シーティング

観察角 (度)	異なるプレゼンテーション 角における逆反射強度				デルタと最大値 との比 (%)
	最小	最大	平均	デルタ	
0.1	2051	3215	2565	1164	36
0.2	1787	3726	2575	1939	52
0.3	1249	3065	2003	1816	59
0.4	390	1543	1056	1153	75
0.5	178	863	463	685	79
0.6	98	425	216	327	77
0.7	42	239	124	197	86
0.8	28	176	86	148	84
0.9	24	127	61	103	80
1.0	19	88	46	69	78

本発明のシーティング

観察角 (度)	異なるプレゼンテーション角 における逆反射強度				デルタと最大値 との比 (%)
	最小	最大	平均	デルタ	
0.1	1829	2225	2043	396	18
0.2	1644	2033	1791	389	19
0.3	1234	1746	1468	512	29
0.4	678	1279	975	601	47
0.5	411	723	544	312	43
0.6	204	407	276	203	50
0.7	104	204	144	100	49
0.8	61	120	89	59	49
0.9	37	89	63	52	58
1.0	27	70	46	43	61

異なるプレゼンテーション角における逆反射強度の変動は本発明のシーティングに対しては著しく低減されることがお判りいただけると思う。

逆反射輝度の差を第10図～第13図にグラフで示し、それらはそれぞれ等強度の輪郭(第10図及び第12図)及び発散の放射グラフ(第11

図及び第13図)を示している。第10図及び第11図は比較用シーティングに対する結果を示し、第12図及び第13図は本例のシーティングに対する結果を示す。

本発明の利点は第2例に使用したものよりも小さなキューブコーナ要素でも得ることができる。例えば、第2例の側面間隔をファクタ2だけ減少し(すなわち、前の間隔の $\frac{1}{2}$)、且つ繰返パターンの個々の角度が垂直から逸脱する量を $\frac{1}{2}$ だけ増大した時、第2図に報告したものと同一相対光パターン及び対称性が維持された、すなわち、このようなシーティングはより広い発散プロファイルを有する、すなわち小さい観察角における輝度は幾分低減されるが、大きい観察角で見ることができ。一般的に特に興味のある逆反射体は間隔が第2例の $\frac{1}{p}$ であり垂直生成からの角の逸脱は第2例で使用したものの p 倍であり、好ましくは p は2と2.67の間である。

第3例及び第4図の紹介

次の2例はキューブコーナ逆反射体の別の問題、

すなわち逆反射体の寸法変化時の逆反射輝度損失感度に関する本発明の利点を示す。キューブコーナ逆反射要素は精密な構成を有効とし、例えば道路に沿って設置されたサインボードが経年する毎日の温度サイクリング中もしくは新しくモールドされたキューブコーナ逆反射体の冷却中の僅かな形状変化により逆反射体からの逆反射強度を著しく変えることができる。本発明の実施例において、少なくとも1組の溝がキューブコーナ要素の垂直に必要な角度を超える少なくとも一つの溝側角及び垂直に必要な角度よりも小さい少なくとも一つの溝側角を含んでいる。このような溝パターンを有する逆反射体はその寸法変化による逆反射特性の変化の影響が少いことが判っている。明らかに逆反射体の寸法変化は少なくとも一つの溝側角を垂直に必要なものに近づけ、従つて他の溝側角の垂直の損失を補償する。

第3例

改善されたエラー公差の証明

(製作浮彫凹度の変化に対するより安定な応答)

画定されており、'm'組の溝では'a'及び'b'角が'g'及び'h'により置換されることを除けばパターンは第3図のものと同一であり、第V表は各溝側角に対する垂直生成角からの逸脱を分けて示している。

第 V 表

a = - 4.6	e = - 5.3
b = + 2.6	f = + 2.0
c = + 2.0	g = - 3.8
d = + 2.0	h = + 3.4

モデル№1は28.575cm(11.25インチ)×27.94cm(11インチ)のパターンエリア及び0.632mm(0.0249インチ)の厚さを有し、モデル№2は29.21cm(11.5インチ)×29.21cm(11.5インチ)のパターンエリア及び0.602mm(0.0237インチ)の厚さを有した。

使用したプラスチック膜は26.67cm(10.5インチ)×26.67cm(10.5インチ)×0.762

mm(0.030インチ)のアクリル膜(ローマン・ドハース社製プレキシグラスDR樹脂)であつた。モールドする前に、プラスチック膜をモールドパターン上に置き27.94cm(11インチ)×27.94cm(11インチ)×0.102mm(0.004インチ)のポリエステル膜、31.75cm(12.5インチ)×33.02cm(13インチ)×1.295mm(0.051インチ)クロム板及び40.64cm(16インチ)×40.64cm(16インチ)×0.864mm(0.034インチ)ボール紙を連続的に貼打ちした。モールドは第2の31.75cm(12.5インチ)×33.02cm(13インチ)×1.295mm(0.051インチ)のクロム板で覆打ちされた。次に、こうして得られるサンドウィッチをボール紙を上部プラテンに当てて油加熱プラテン圧縮プレス内に配置した。プレスを4.53ton(10,000ポンド)の力で閉じて所望の浮彫凹度へ加熱した。一度この凹度に達すると、力を45.3tonに増大し、凹度を20秒間維持した。この期間後、プラテンが160°Fの温度に達する

まで比較的目的用であり、全てが名目上同じ形状の(米国特許第4,588,258号に記載されているようなもの)キューブコーナ逆反射要素アレイを含んでおり、溝角は88.792°、60.585°、60.540°であり、溝側角はこれらの値の半分であり、溝間間隔は88.792°溝に対しては0.406mm(0.016インチ)であり60.585°溝に対しては0.354mm(0.013948インチ)であつた。モデル№2は本発明のシート材を作るように設計されており、モデル№1と同じサイズ及び基本形状のキューブコーナ逆反射要素アレイを含んでいるが、一般的に第3図のものと同一繰返パターンを有する交差する溝組により

mm(0.030インチ)のアクリル膜(ローマン・ドハース社製プレキシグラスDR樹脂)であつた。モールドする前に、プラスチック膜をモールドパターン上に置き27.94cm(11インチ)×27.94cm(11インチ)×0.102mm(0.004インチ)のポリエステル膜、31.75cm(12.5インチ)×33.02cm(13インチ)×1.295mm(0.051インチ)クロム板及び40.64cm(16インチ)×40.64cm(16インチ)×0.864mm(0.034インチ)ボール紙を連続的に貼打ちした。モールドは第2の31.75cm(12.5インチ)×33.02cm(13インチ)×1.295mm(0.051インチ)のクロム板で覆打ちされた。次に、こうして得られるサンドウィッチをボール紙を上部プラテンに当てて油加熱プラテン圧縮プレス内に配置した。プレスを4.53ton(10,000ポンド)の力で閉じて所望の浮彫凹度へ加熱した。一度この凹度に達すると、力を45.3tonに増大し、凹度を20秒間維持した。この期間後、プラテンが160°Fの温度に達する

まで、サンドウィッチを大きい力の方で冷却した。
この点において、プレスを開きサンドウィッチを
除去した。クロム底板の表面温度が110°Fに達
した時、サンドウィッチを開いて浮彫りされたキ
ューブコーナ逆反射シート材をモールドから取り
除いた。各モールドは300°F及び380°Fの温
度でシート材を浮彫りするのを使用され、4つの
シート材が得られた。

2.5.4 四(1インチ)径エリア内の各シート材
の反射輝度を合衆国防衛出版T 987,003に記
載されているのと同じレトロルミノメータにより、
-4°の入射角と15°~360°のプレゼンテー
ション角範囲にわたって一定の回転角と0.2°及
び0.5°の観察角で測定した。測定された輝度キ
ヤンデラ/ルクス/m²対プレゼンテーション角
(度)を第VI表に示す。

プレゼンテーション角 (度)	異なる浮彫り温度においてモデルA-1上に浮彫りされた異なる シートタイプに対する観察角0.2°及び0.5°における逆反射輝度			
	380°浮彫り温度		300°浮彫り温度	
	観察角0.2° (cd/lx/m ²)	観察角0.5° (cd/lx/m ²)	観察角0.2° (cd/lx/m ²)	観察角0.5° (cd/lx/m ²)
15	1325	237	1871	327
30	1376	151	1673	166
45	1217	183	1628	130
60	1583	186	2085	171
75	2724	317	3061	393
98	3235	666	3351	681
105	2596	545	2747	545
120	2018	507	2442	288
135	2564	556	3089	429
150	2648	544	3253	514
165	1773	616	2563	455
180	1377	398	2188	316
195	1287	242	1888	298
210	1397	158	1717	190
225	1267	172	1569	150
240	1382	162	1745	132
255	2386	237	2649	311
270	3269	602	3307	649
285	2931	589	2926	591
300	2081	480	2443	306
315	2348	624	2929	496
330	2740	567	3291	457
345	2060	678	2826	581
360	1385	408	2291	348

附 表 (続 続)

異なる輝度においてモデルNo.2上に投影りされた異なる シーテイング対する照度角0.2°及び0.5°に於ける逆反射輝度				
プレゼンテーション角	380°輝度		500°輝度	
	照度角0.2° (cd/lx/m ²)	照度角0.5° (cd/lx/m ²)	照度角0.2° (cd/lx/m ²)	照度角0.5° (cd/lx/m ²)
15	1969	568	1922	577
30	1685	487	1633	501
45	1922	428	1844	422
60	2082	522	1974	482
75	1891	614	1769	604
90	1887	537	1737	545
105	2088	519	1957	526
120	2006	351	1967	384
135	1653	402	1596	414
150	1770	449	1663	488
165	2249	490	2145	521
180	2382	544	2352	576
195	2029	528	2007	539
210	1645	476	1619	499
225	1783	432	1725	428
240	2089	466	1991	439
255	1952	586	1828	566
270	1810	507	1678	518
285	2004	525	1856	527
300	2087	380	2023	414
315	1797	399	1737	388
330	1738	463	1635	499
345	2154	579	2020	600
360	2382	590	2334	617

次に、300°下及び380°下の2つの異なる輝度において作られたシート材間の絶対輝度差を各観照角において各モデルに対して測定されたプレゼンテーション角について計算し、それを附表に示す。

測 量 表

モデルNo.1及びNo.2について異なる温度で得
 彫りしたシーティング間の歪反射温度の多量

アセンタレーション角 (度)	モデルNo.1		モデルNo.2	
	照射角0.2° (%)	照射角0.5° (%)	照射角0.2° (%)	照射角0.5° (%)
15	29.2	27.5	2.4	1.6
30	17.8	9.0	3.1	2.8
45	25.2	41.9	4.2	1.4
60	24.1	8.8	5.5	8.3
75	11.0	19.3	6.9	1.6
90	3.5	2.2	8.6	1.5
105	5.5	0.0	6.7	1.3
120	17.4	76.0	2.0	8.6
135	17.0	28.2	3.6	2.9
150	18.6	5.8	6.4	8.0
165	30.8	35.4	4.8	6.0
180	37.1	25.9	1.3	5.6
195	31.8	18.8	1.1	2.0
210	18.6	16.8	1.6	4.6
225	19.2	14.7	3.4	0.9
240	20.8	22.7	4.9	6.2
255	9.9	23.8	6.8	3.5
270	1.1	7.2	7.9	2.1
285	0.2	0.3	8.0	0.4
300	14.8	56.9	3.2	8.2
315	19.6	25.8	3.4	2.8
330	16.7	24.1	6.3	7.2
345	29.2	16.7	6.6	3.5
360	39.5	17.2	2.1	4.4

前記データから、平均変化、変化の標準偏差及
 び平均の95%信頼限界(其の母集団平均がこれ
 らの限界の外側に来る危険性が5%)が計算され
 その結果を第Ⅲ表に示す。また、第Ⅲ表には前記
 したのと同じプロセスを使用して4つのモード
 /浮彫温度の組合せの各々において行つたさら
 2つの空押模様に對する結果も含まれている。こ
 れらの空押模様は前と同様に測定され、且つ3つ
 の空押模様に對する300°及び380°の温度プ
 レス間の平均絶対歪度変化の平均を計算し、繰
 返テストの表題の元で結果を第Ⅲ表に要約した。

第 Ⅲ 表

300°及び380°浮彫温度間の温度変化

照射角	300°及び380°浮彫温度間の温度変化	
	モードNo.1	モードNo.2
0.2°	19.1 (10.6)	4.6 (2.3)
標準偏差	14.5-23.7	3.6-5.6
95%信頼限界		
0.5°	21.9 (17.6)	4.0 (2.7)
標準偏差	14.3-29.5	2.8-5.2
95%信頼限界		
繰返テスト	15.5 (3.12)	3.1 (1.72)
0.2°	7.8-23.2	0-7.4
標準偏差		
95%信頼限界		
0.5°	18.4 (4.54)	3.1 (1.47)
標準偏差	7.3-29.7	0-6.7
95%信頼限界		

第Ⅲ表に報告された結果はモデル62（本発明のシート材）に対する2つの浮彫温度間の平均変化は統計的に両観察角において比較用モデル61に対する2つの浮彫温度間の平均変化よりも低く、従つて本発明のシーティングは浮彫工程中に生じるエラーに対して比較用シーティングよりも安定度が高いことを示している。

第4例

改善されたエラー公差の証明

（使用中の製品の寸法変化に対するより安定な応答）

本例において、2つの浮彫りされたプラスチックキューブコーナシート材、一方は比較用他方は本発明のシート材、を引き伸して製品の輝度の寸法変化の効果を決定した。プラスチックキューブコーナシート材や膜製品は一般的に使用中寸法変化を生じる。この変化は代表的に湿度及び湿度環境変化による製品の膨張収縮やポリエーテポールの小半径装置の周りに製品を湾曲させることにより生じる変形により生じる。このような寸法変化が生じる時は製品輝度が著しく変らないこと

が望ましい。

両シート材共ポリカーボネート膜（O.B.社製レクサン樹脂）で作られている。比較用シート材は全てが同じ公称形状で88.832°、60.569°及び60.530°の隅角（隅角は隅角の1/2に等しい）及び第2例に述べたような溝間隔を有するキューブコーナ要素パターンを含む0.318mm（0.0125インチ）厚の膜であつた。本発明のシート材は第2例に記載したようなキューブコーナ要素パターンを含む0.381mm（0.015インチ）厚の膜であつた。

長い方向を88°隅の方向に平行として各シート材から12.19mm（4.8インチ）×3.18mm（1.25インチ）細片が切りとられた。次に、一時に一細片ずつ引き延して増量し、各増分変形において細片輝度を測定した。細片を合衆国防衛出版T 987.003に記載されたレトロルミノメータの元に置き、それに対して入射角を変える軸に対して細片の長軸を直角とした。マイクロメータにより増分長を測定し、各増分伸長において細片輝度

を-4°の入射角と0.2°の観察角で測定した。両シート材に対する測定データを第Ⅴ表に示す。

第Ⅴ表

伸長後に保持される%輝度

比較用シート材

初期輝度1560キヤンデラ/ルクス/m²

伸長 mm	(ミル)	輝度 (cd/lx/m ²)	保持された元の輝度の% (%)
.025	1	1408	90.2
.050	2	1296	83.1
.075	3	1172	75.1
.125	5	1046	67.1
.175	7	816	52.3
.225	9	685	43.9
.250	10	560	35.9
.275	11	455	29.2
.375	15	316	20.3
.425	17	242	15.5
.500	20	197	12.6

本発明のシート材

初期輝度1600キヤンデラ/ルクス/m²

伸長 mm	(ミル)	輝度 (cd/lx/m ²)	保持された元の輝度の% (%)
.025	1	1529	95.6
.100	4	1353	84.6
.150	6	1220	76.2
.200	8	1075	67.2
.275	11	984	61.5
.300	12	878	54.9
.350	14	787	49.2
.375	15	715	44.7
.425	17	625	39.1
.500	20	535	33.4

こうして得られるキヤンデラ/ルクス/m²輝度（初期輝度に対して100%に正規化されている）対ミル（1/1000インチ）で表わされた伸長の曲線を各シート材に対して第14図に示し、ここに曲線1は比較用シート材に対するものであり曲線2は本発明のシート材に対するものである。本発明

のシート材に対する輝度変化はテストした範囲にわたって同じ傾斜について比較用シート材に対するものよりも小さかつた。結果は本発明のシート材の輝度応答はテストした変形範囲にわたって従来のシート材よりも変動が少なかつた。

第5例

(空間で見える像を提供する逆反射体)

前記したように、透明スクリーン等の平面を本発明の逆反射体から逆反射される光コーンの経路内に配置した場合、コーンの発散プロファイルがスクリーン上に生じる。ある場合には、プロファイル内に含まれた光を見るのに表面上へ光を投射する必要はない。逆反射体が観察者の視野よりも大きい場合には、逆反射光は透明スクリーン材の助けを借りずに見られる像を形成することができ、像は空間内に浮動して見える。

本発明のこの局面を第15図に示し、逆反射シート材25がホールウェイ26終端の壁上に配置されている。ランプ27が出口ドア29に隣り合うホールウェイの壁28上に配置されており、逆

反射シート材25に光をあびせる。シート材25は出口ドア29を指す矢符30の像を発生するように設計されており、矢符30はドア直前で空間に浮動して見える。このような矢状デザインを与えるパターンを第16図及び次の第X表に示し、それは各面角が 35.264° の垂直生成から逸脱する量に分て示している。このようなパターンは 180° 回転し服された2つの矢符を生ずるが、シーティング及び光線の配置により第2の矢符は観察者の目につかないように壁により占有される点に配置される。

第 X 表

A = - 2 2	D = + 2 4
B = - 4 3	E = - 3 6
C = + 2 5	F = - 2 1

用語解

傾斜角 - 傾斜面と傾の長さに平行に延在し且つ交差する3組のV字様の底線により画定される面と直角な面間の角

基準中心 - その性能を指定する目的で装置の中心として明示される逆反射体上もしくはその付近の点

照明軸 - 基準中心から照明源の中心までの線分

観察角 - 基準中心から受光体すなわち観察者の中心までの線分

観察角 - 照明軸と観察軸間の角

基準軸 - 逆反射体の角位置を表示するのに使用される基準中心からの指定線分であり、本発明のシート材を含めた大概の逆反射体に対してその前面に直角な線である。

入射角 - 照明軸と基準軸間の角

プレゼンテーション角 - (照明軸と基準軸により形成された)入射面と(照明軸と観察角により形成された)観察面間の鋭角

デアムマーク - 基準軸周りの回転に関する逆反射体の方位を示すのに使用する逆反射体上のマーク

観察半面 - 照明軸上に生じ観察軸を含む半面

第1軸 - 基準中心を通り観察半面に直角な軸

第2軸 - 基準中心を通り第1軸及び基準軸に直角な軸

回転角 - 基準軸上に生じ第2軸の正部分(すなわち観察半面内の第2軸部)を含む半面から基準軸上に生じデアムマークを含む半面までの鋭角。デアムマークが逆反射体の基準中心と垂直に一致し、受光体すなわち観察者が照明軸と垂直に一致し、且つ照明軸が逆反射体の前面に直角である時は、回転角及びプレゼンテーション角は同じ運動を表わすことをお判り願いたい。シーティングを異なる角方位に配置することにより生じる発散プロファイルの差が最少限とされるため、改善された回転対称性を有する本発明のシーティングは有利である。

観察角 - 観察軸と基準軸間の角

発散プロファイル - r 座標上の観察角と θ 座標上のプレゼンテーション角の関数としての逆反射強度の値グラフ。

観察プロファイルもしくはビュープロファイル - 発散プロファイルと類似ではあるが本発明の逆反射体に

図して観察者が予期する観察位置範囲を画定する値グラフ。理想的には、逆反射体の発散プロフィールは予期する観察もしくはビュースタイルと一致する。

発散プロフィールという用語は一般的にここでは反射体を離れる光のパターンを強調する場合に使用し、観察もしくはビュースタイルという用語は一般的に観察者による光の知覚を強調する場合に使用する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の代表的逆反射シート材の裏面図、第2図は本発明の代表的逆反射シート材の断面図、第3図及び第4図は本発明の逆反射体の溝パターンを表わす略平面図、第5図は本発明の逆反射体の溝パターンを示す図、第6A図は道路をドライブする車輛の垂直面内の相対位置を表わす略図、第6B図は車輛、運転者及び機械の水平面内の相対位置を示す図、第7図は左右ヘッドライトの観察角の水平成分対観察角の垂直成分のグラフ図、第8図は8個の別々の形状のキューブコー

ナ要素を有するアレイを示す図、第9図は第8図のアレイのキューブコーナ要素の異なる面から分布されるスポットすなわち光ビームのパターンを示す図、第10図及び第12図はそれぞれ比較用シーティング及び実施例のシーティングに関する逆反射輝度の等強度線を示す図、第11図及び第13図はそれぞれ比較用シーティング及び実施例のシーティングに関する発散の放射グラフ図、第14図は各シート材の輝度対伸長曲線図、第15A図、第15B図及び第15C図に逆反射光が透明スクリーン材の助けを借りずに見ることのできる像を空間に浮遊させて形成する本発明の局面を示す図、および第16図は、矢状デザインを与えるパターンを示す図である。

〔参照符号の説明〕

- 10、25…逆反射板材
- 17…キューブアレイ逆反射要素
- 20…車輛
- 21…交通管制標識
- 27…ランプ

29…出口ドア

代理人 櫻 村 皓

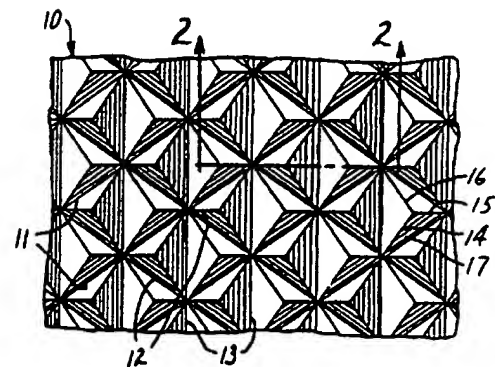


FIG. 1

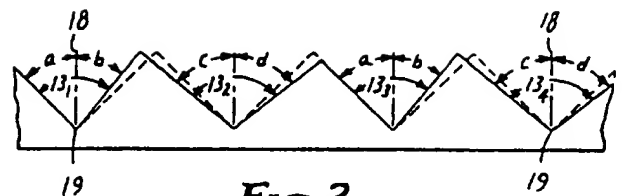


FIG. 2

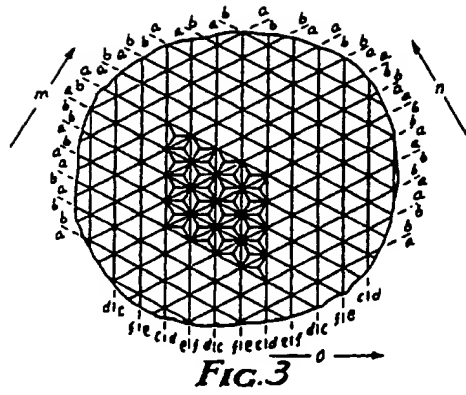


FIG. 3

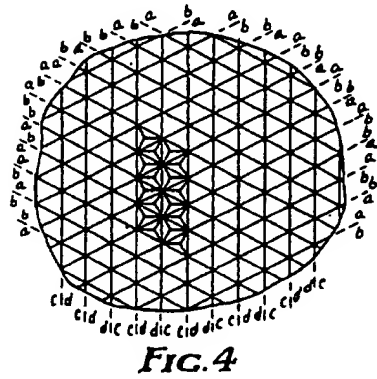


FIG. 4

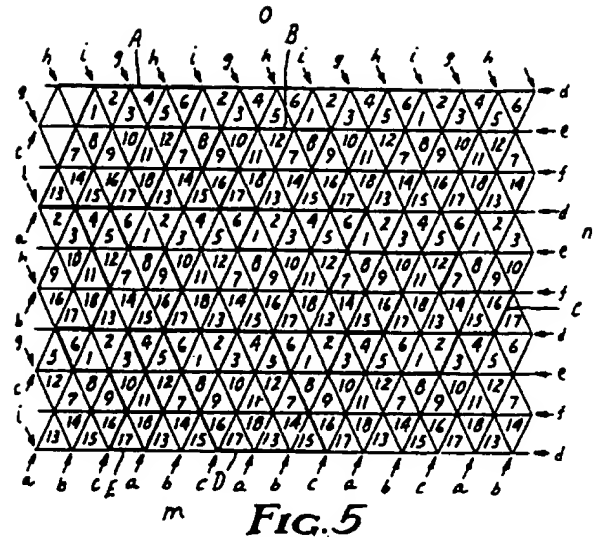


FIG. 5

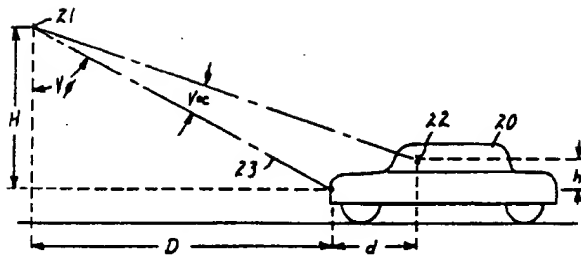


FIG. 6A

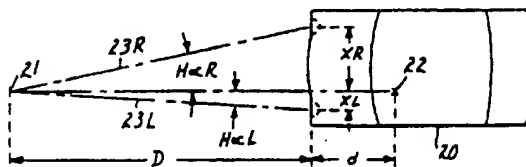


FIG. 6B

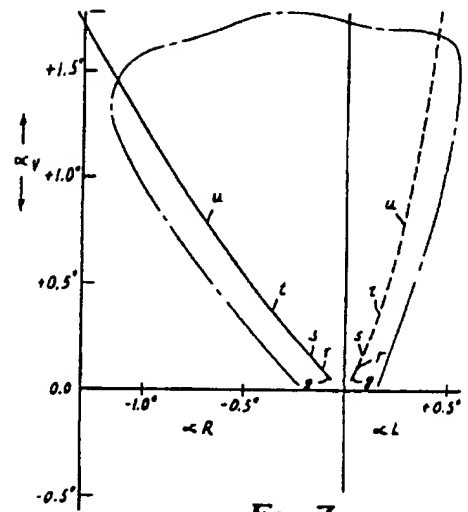


FIG. 7

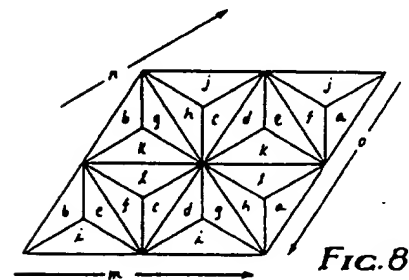


FIG. 8

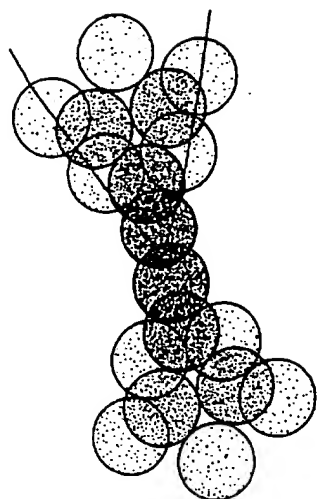


FIG. 9

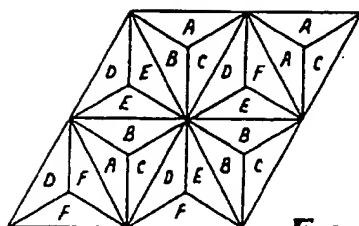


FIG. 16

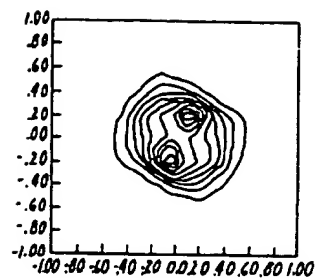


FIG. 10



FIG. 11

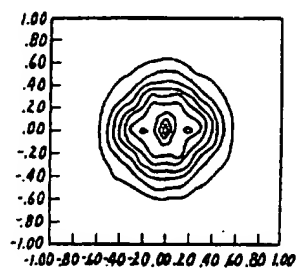


FIG. 12

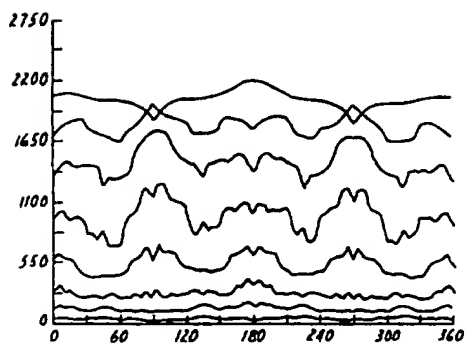


FIG. 13

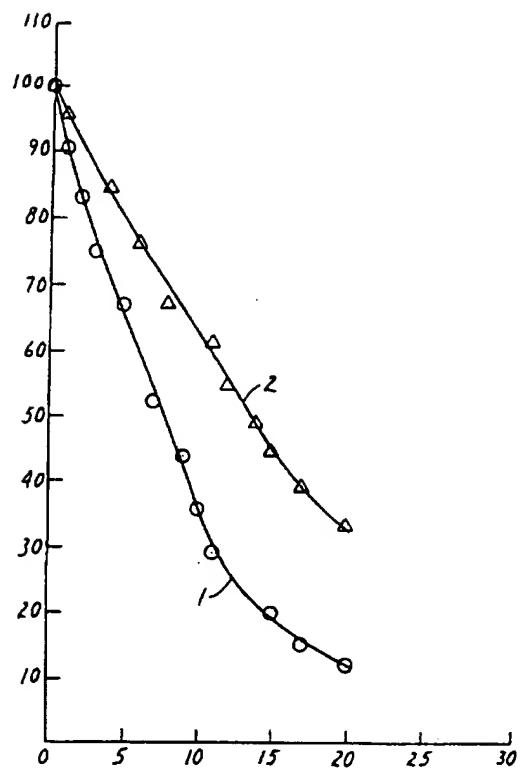


FIG. 14

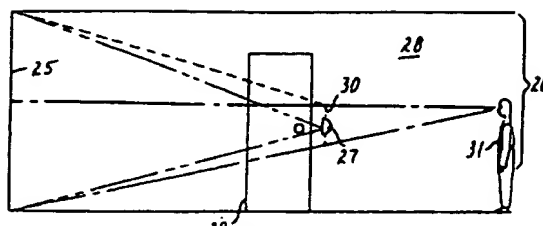


FIG. 15A

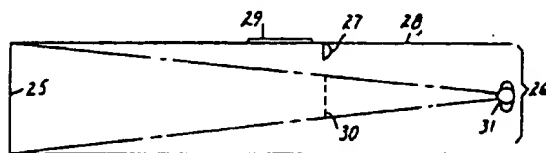


FIG. 15B

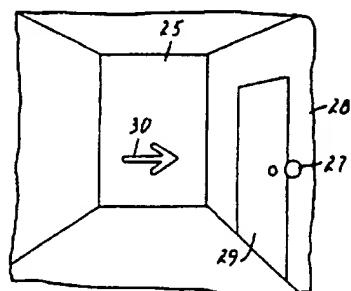


FIG. 15C

第1頁の続き

⑩発明者

マーク エドワード
ガーディナー

アメリカ合衆国ミネソタ州セント ポール, 3 エム セン
ター (番地なし)

⑪発明者

テイモシイ リー フ
ープマン

アメリカ合衆国ミネソタ州セント ポール, 3 エム セン
ター (番地なし)